

Comportamiento multifrecuencia en una antena microstrip mediante múltiples elementos parásitos

Jaume Anguera, Gisela Font, Carles Puente, Carmen Borja, Jordi Soler
Departamento de Tecnología. Fractus S.A. Alcalde Barnils s/n 08190 Barcelona, Spain.
jaume.anguera@fractus.com

Abstract— A multifrequency microstrip patch antenna comprising a driven patch and a plurality of parasitic elements placed underneath a driven patch is proposed. The antenna features a multifrequency behavior (5 operating band) with similar performance.

Keywords— Antenas microstrip, comportamiento multifrecuencia.

I. INTRODUCCIÓN

Las antenas multifrecuencia son de especial interés cuando hay que dar servicio a diversos sistemas con un comportamiento radioeléctrico muy similar (ancho de banda, ganancia, diagrama de radiación, polarización por ejemplo). En algunas situaciones para dar servicio a diversas bandas se utiliza una antena de banda ancha de forma que ésta abarque todo el espectro de interés [1]. A pesar de que generalmente esta solución presenta más sencillez que la de una solución de antena multifrecuencia, las características de radiación suelen variar a lo largo de la banda. Otro inconveniente al utilizar la antena de banda ancha como multifrecuencia es el tener que utilizar filtros posteriores para rechazar aquellas bandas no deseadas. Por este motivo en la presente comunicación se presenta una solución de antena multifrecuencia aplicada a una antena microstrip.

Diversas alternativas aparecen en la literatura para abordar técnicas multifrecuencia en antenas microstrip. En [2], se propone una configuración formada por antenas acopladas mediante ranura. En dicha solución se obtiene tres bandas separadas $\frac{f_2}{f_1} = 1.163$, $\frac{f_3}{f_2} = 1.164$ con anchos de banda en cada banda de 7.2%, 1.9% 1.1% para un $S_{11} = -10\text{dB}$. Otras propuestas utilizan cargas reactivas en los extremos radiantes de un parche microstrip. Mediante esa técnica se consiguen antenas de dos y tres bandas con una relación entre ellas de aproximadamente 1.35 [3].

En la presente comunicación se propone una antena microstrip multifrecuencia utilizando un elemento alimentado y diversos elementos parásitos situados por debajo. Las principales ventajas de la presente antena es que se obtiene diferentes bandas con un ancho de banda similar, ganancia y diagrama de radiación [4], [5]. La antena de la Fig. 1 se analiza numéricamente y se comprueba su comportamiento experimentalmente.

II. RESULTADOS

La Fig. 1 muestra el perfil de la antena propuesta para conseguir un comportamiento multifrecuencial. El principio de autoescalabilidad es en el que se basa el fun-

cionamiento de la antena. La antena está formada por un elemento alimentado (activo) y cuatro parásitos situados en la parte inferior. El parche activo se alimenta mediante sonda coaxial e isla capacitiva para corregir el fuerte comportamiento inductivo que presenta el activo [5], [6]. El parche activo se imprime sobre un sustrato de grosor 0.8mm y $\epsilon_r = 3.38$. De esta forma se tiene total control sobre las dimensiones correctas de la isla capacitiva. El parche activo está separado del resto de parches utilizando un sustrato esponja de grosor 2mm y $\epsilon_r = 1.03$. Los elementos parásitos están contruidos de latón y poseen un orificio central el cual atraviesa la sonda hasta llegar al elemento activo. Las dimensiones del plano de masa son de 220mm \times 180mm.

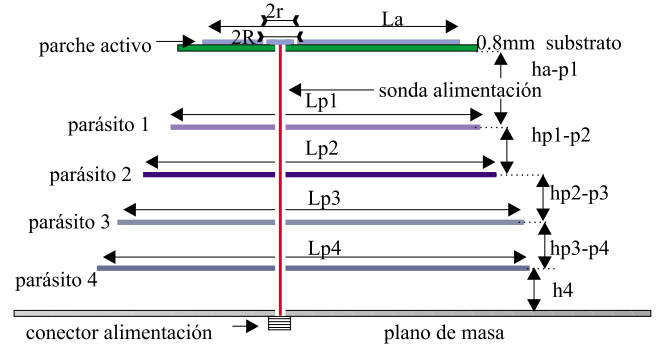


Fig. 1. Todos los parches son cuadrados. $L_a=51$, $L_{p1}=65$, $L_{p2}=70$, $L_{p3}=75$, $L_{p4}=80$, $h_{a-p1}=6$, $h_{p1-p2}=2$, $h_{p2-p3}=2$, $h_{p3-p4}=2$, $h_4=2$. Radio interno del condensador $r=3.6$, radio externo $R=4.7$. El punto de alimentación está a 13mm del centro del parche. Los parches están alineados. Todas las dimensiones están en mm. [4]

Después de un proceso de ajuste en laboratorio, se mide el coeficiente de reflexión y la ganancia mediante el método de dos antenas iguales. La Fig. 2 muestra los resultados numéricos obtenidos mediante el método de los momentos (MoM) juntamente con los experimentales. Se comprueba como la medida en laboratorio del coeficiente de reflexión está desplazada hacia frecuencias inferiores en comparación con la simulación. Esto puede ser debido a la ligera compresión de los sustratos esponja lo cual provoca un aumento de la constante dieléctrica original.

Se puede observar como aparecen tantas bandas como elementos tiene la antena. El ancho de banda es del 5% (ROE=2) para la primera y última banda de operación; para las centrales ronda el 2%. La ganancia copolar medida en la dirección cenital oscila entre los 7dB y 9dB. La tabla I resume los resultados para la frecuencia central de

cada banda (f_i). Se observa que aunque la antenna tenga un elevado ancho de banda para un coeficiente de reflexión de -5dB, la antenna presenta caídas en la ganancia manifestando por tanto su comportamiento multifrecuencia y no de banda ancha.

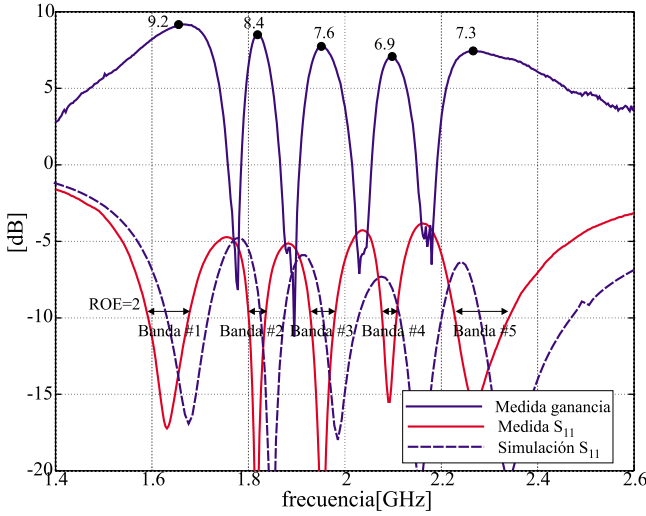


Fig. 2. Coeficiente de reflexión medido/simulado y ganancia copolar medida en la dirección perpendicular al plano de masa

TABLA I

RESULTADOS DE ANCHO DE BANDA Y GANANCIA MEDIDOS EN LABORATORIO

Banda	f_o [GHz]	BW(ROE=2)[%]	G[dB]	$\frac{f_i}{f_o}$
1	1.634	5.5	9.2	-
2	1.819	2.0	8.4	1.113
3	1.954	2.7	7.6	1.195
4	2.092	1.5	6.9	1.280
5	2.289	5.3	7.3	1.4

Es interesante calcular como cae la ganancia a lo largo del ancho de banda a ROE=2 (tabla II). La máxima caída es de 2.2dB para la segunda banda mientras que es de 1dB para el resto de bandas.

TABLA II

GANANCIA EN LAS FRECUENCIAS DONDE ROE=2. CAÍDA ES LA MÁXIMA CAÍDA DE GANANCIA REFERIDA A LA GANANCIA MÁXIMA A LO LARGO DE LA BANDA

Banda	$G_{f_{izquierda}}$ [dB]	$G_{f_{derecha}}$ [dB]	Caída[dB]
1	7.9	9	1.3
2	6.2	7.4	2.2
3	6.1	6.1	1.5
4	5.9	6.6	1
5	6.5	6.9	0.8

Finalmente se representa la distribución de corrientes sobre la superficie de los parches (Fig. 3) la cual ofrece la información de qué elementos son los responsables de la radiación en cada banda.

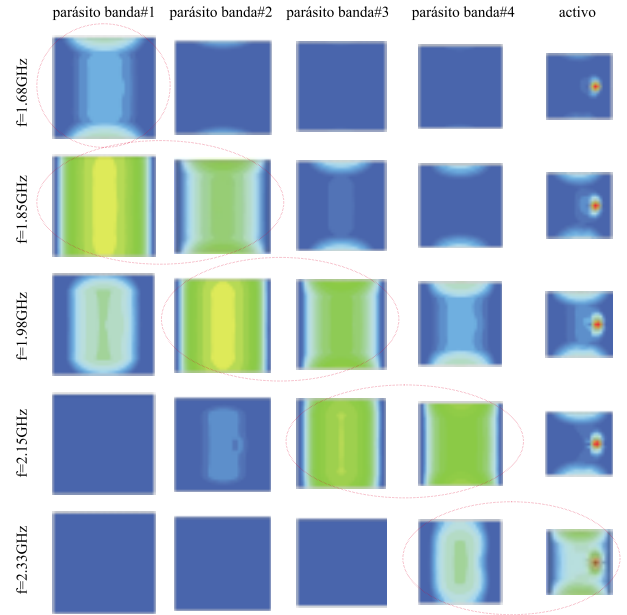


Fig. 3. Distribución de corrientes sobre la superficie de los parches. Las zonas enmarcadas son las responsables de la radiación de la antenna

III. CONCLUSIONES

Se ha propuesto una solución de antenna multifrecuencia utilizando un elemento alimentado y cuatro elementos parásitos.

El prototipo experimental presenta anchos de banda que oscilan de un 2 a un 5% a ROE=2. La ganancia máxima es de 9.2dB y la mínima de 6.9dB.

La distribución de corrientes muestra de una manera más física el motivo por el cual la antenna presenta el comportamiento multifrecuencia. Además, dicha representación indica claramente el principio de autoescalabilidad en el que se basa la antenna para conseguir el comportamiento multifrecuencia.

IV. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por Fractus.

Multifrequency Microstrip Patch Antenna with Multiple Parasitic Coupled Elements está patentado.

REFERENCIAS

- [1] F.Yang, X.X. Zhang, X. Ye, Y. Rahmat-Samii. "Wide-band E-shaped patch antennas for wireless communications", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 49, no. 7, pp. 1094–1100, 2001.
- [2] F. Croq, D.M. Pozar. "Multifrequency operation of microstrip antennas using aperture-coupled parallel resonators", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 40, no. 11, pp. 1367–1374, 1992.
- [3] A.E. Daniel, G. Kumar. "Tuneable dual and triple frequency stub loaded rectangle microstrip antenna", *Proc. IEEE Transactions on Antennas and Propagation Symp.*, pp.2140–2143, June 1995.
- [4] J. Anguera, C. Puente "Multifrequency Microstrip Patch Antenna with Multiple Parasitic Coupled Elements", *Invention Patent PCT/EP01/11913*.
- [5] J. Anguera, G. Font, C. Puente, C. Borja, J. Soler "Multifrequency Microstrip Patch Antenna using Multiple Stacked Elements", *IEEE Microwave and Wireless Component Letters*, vol.13, n3, pp.123–124, March 2003.
- [6] J. Anguera, C. Puente, C. Borja, G. Font, J. Soler. "A Systematic Method to Design Single-Patch Broadband Microstrip Patch Antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol.31, n3, pp.185–188, Nov 2001.